

### 2.3.2. Humedad de la madera

Como norma general, el grado de humedad de la madera, en el momento de su utilización, ha de ser aquel que proporcione la máxima resistencia con la cola empleada; este valor resulta ser aproximadamente igual o algo inferior a la humedad límite correspondiente al equilibrio higroscópico de la madera puesta en obra. Como norma general varía entre el 7 y 15 %, acomodándose entre el 8 y el 10 % para elementos utilizados en interiores relativamente secos tales como, edificios, viviendas, etc. y entre el 12 y el 15 % para los destinados a exteriores.

Por otra parte, y con objeto de eliminar las tensiones en la madera durante los procesos de equilibrado e igualado de su humedad una vez formada la estructura, deben desecharse para su realización, aquellas láminas cuya diferencia de humedad es superior al 5 %. Así por ejemplo, si una lámina tiene 8 %, la contigua no debe tener más del 13 %.

El almacenaje de la madera se efectuará de manera que no sean de temer cambios apreciables en su contenido de humedad.

### 2.3.3. Características tecnológicas de la madera

La madera ha de trabajarse en forma adecuada cuando se destina a este empleo: En primer lugar, conviene pasarla por la regruesadora a fin de refrescar las superficies, mediante cepillado de espesores equivalentes en ambas caras, con objeto de eliminar las superficies que la pieza tenía al entrar en secado y que habrán sido alterados por los efectos del mismo. Además deben suprimirse las zonas defectuosas de la madera y los defectos más sobresalientes. Como veremos más adelante, es necesario llevar a cabo una calificación cuidadosa de las piezas, en función de sus anomalías, para decidir su mejor distribución y colocación en el conjunto de la estructura.

En cuanto al sentido de la fibra, podemos diferenciar piezas de aserrado tangencial y de aserrado radial; si observamos la madera desde la testa y tenemos en cuenta los ángulos que forman las tangentes a los anillos con las caras de la pieza, los aserrados antes definidos corresponden respectivamente a, valores de  $\alpha$  mayor o menor de  $45^\circ$  (fig. 2.1). Siendo  $\alpha$  el ángulo formado por el anillo de crecimiento con la cara de la tabla.

Las variaciones que en hinchazón y en merma, ofrecen las tablas según se hayan cortado de una u otra forma; son, en general, muy pronunciadas y pueden dar origen, una vez puesta la estructura en obra, a la aparición de tensiones sobre la línea de cola capaces de producir la deslaminación de la estructura.

No deben mezclarse en una misma operación de armado, piezas de aserrados tangencial y radial, especialmente cuando se trabaja con frondosas en que las características de hinchazón y merma, son más acusadas. En las resinosas estas diferencias sue-

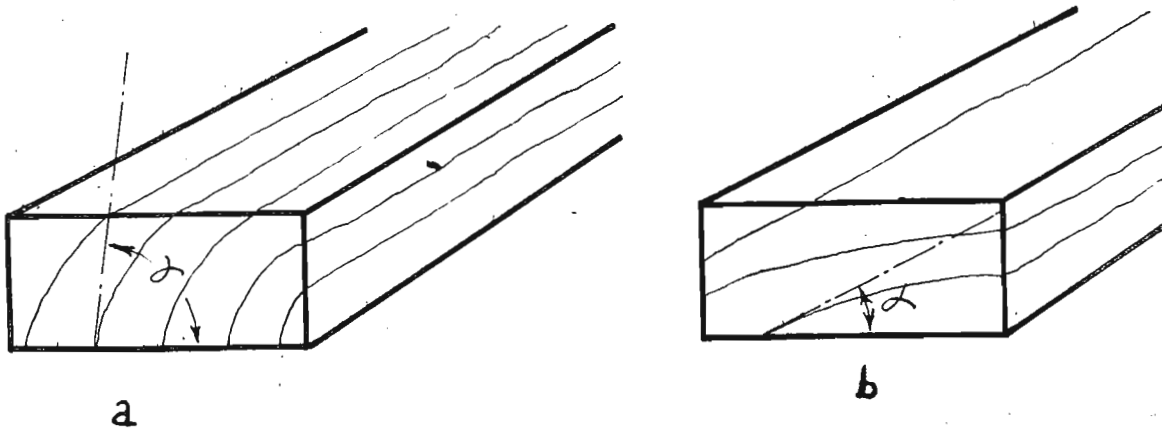


Fig.2.1. Aserrado de tablas: a) aserrado radial ángulo  $\alpha > 45^\circ$ . b) aserrado tangencial ángulo  $\alpha < 45^\circ$ .

len estar poco marcadas y por consiguiente, la diferenciación no se hace tan necesaria, como en las frondosas.

#### 2.3.4. Corte y preparación de las láminas

Las superficies de las tablas obtenidas por aserrado, presentan irregularidades y aunque, como hemos dicho se someten a un regruesado previo, precisan de un acabado que los deje en condiciones de proporcionar un buen encolado y uniforme, al tiempo, un espesor a la pieza.

El acabado debe realizarse siempre con máquina de cuchillas, que dan una superficie limpia; las superficies preparadas con sierras o con lija no han dado resultados satisfactorios en el encolado, particularmente cuando se emplean colas de resinas sintéticas y especies frondosas o resinosas duras. Ha de entenderse que el acabado ha de efectuarse en todas las superficies que vayan a encolarse; sean estas caras o cantos.

Aunque en algunas estructuras no es necesario, en otros, sin embargo, es conveniente agrupar piezas del mismo ancho, para obtener alineaciones adecuadas de las líneas de encolado. Esta operación es muy corriente en las piezas de grandes dimensiones.

En cuanto a los espesores, es preciso cuidar su uniformidad, al objeto de conseguir una línea de encolado de idéntico espesor, especialmente cuando la lámina se va a obtener por encolado de costado y de testa de otra piezas. Los espesores de las piezas que vayan a formar una misma laminación no deben diferenciarse en más del 25/100 de mm.

La operación de acabado final de las superficies ha de hacerse siempre solo

antes de efectuar el encolado y el montaje de la pieza; a dicha fase se la llama "preparación final de la superficie" y se lleva a cabo en la misma instalación de fabricación de madera laminada.

### 3. PROYECTO DE PIEZAS LAMINADAS

#### 3.1. ESTRUCTURA BASICA DE MADERA LAMINADA

Existe una gran variedad de estructuras de madera laminada. No obstante los tipos básicos son los siguientes:

##### 3.1.1. Vigas laminadas con laminación horizontal

Están constituidas por láminas de madera encoladas de tal forma que las cargas actúan normalmente, a los planos de laminación. (Fig. 3.1.).

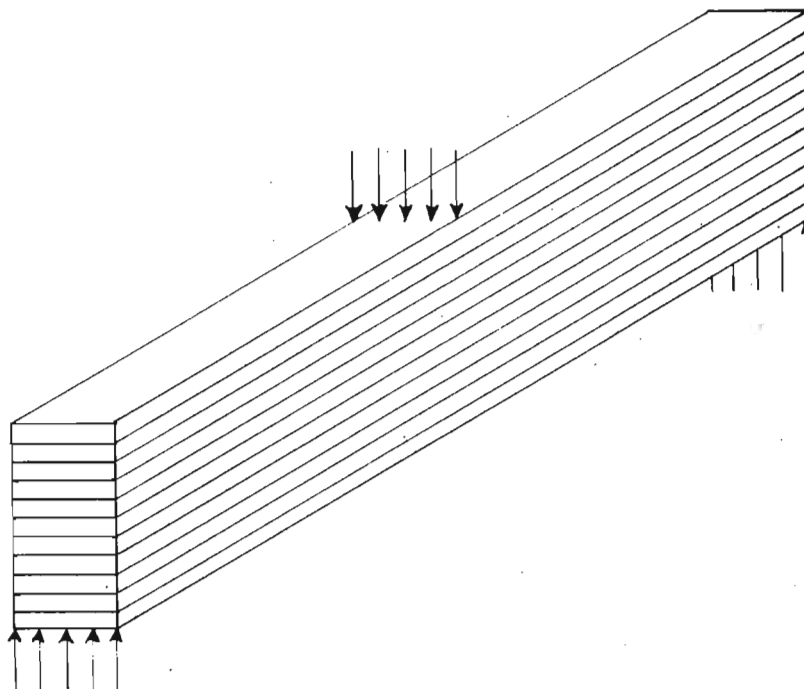


Fig. 3.1. Viga laminada con laminación horizontal.

La característica principal, desde el punto de vista del cálculo de su resistencia, es que los encolados de canto de las láminas resultan innecesarios, aunque sean recomendables para la manipulación y el armado de la pieza.

### 3.1.2. Vigas de laminado vertical

Son aquellas que están construidas de tal manera que los planos de laminación son paralelos a las cargas actuantes sobre la pieza.

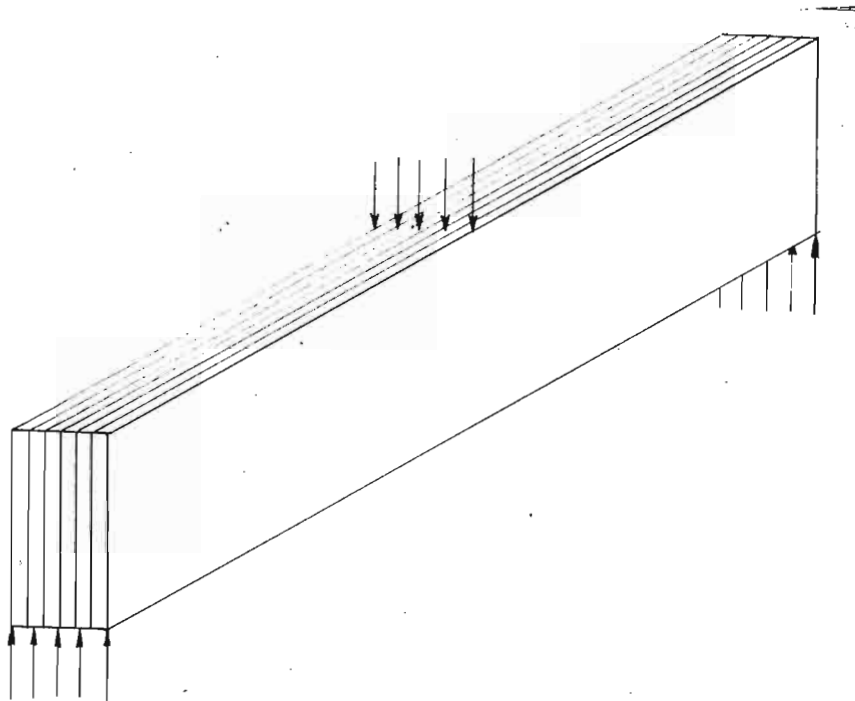


Fig. 3.2. Viga laminada con laminación vertical.

En este tipo de vigas, los encolados de canto en las láminas son indispensables pues han de absorber los esfuerzos de corte, afectando, por consiguiente, a la resistencia total de la estructura. (Fig. 3.2.).

### 3.1.3. Arcos

Los arcos y las piezas curvadas, aparte de resultar muy llamativos, son posiblemente, los elementos más interesantes dentro de las estructuras de madera. Generalmente están laminados horizontalmente y se construyen de los tres tipos siguientes: (fig. 3.3, 3.4, 3.5).

Existen además, arcos laminados verticalmente que se llaman también segmentados. Fig. 3.6.d. A este tipo de construcción, aunque ha sido muy utilizado, se le oponen las objeciones de presentar excesivas uniones de testa y de no resultar la dirección de las fibras exactamente paralela a la de los esfuerzos.

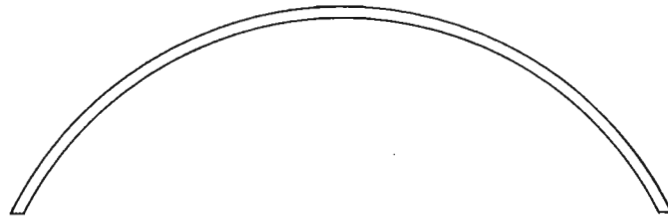


Fig. 3.3. Arco de madera biarticulado y de grueso uniforme.

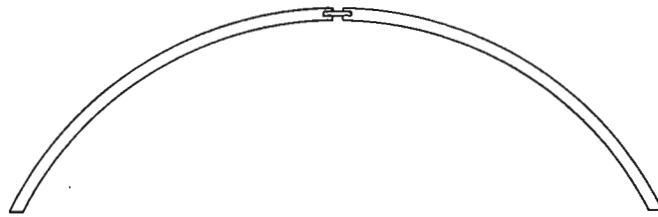


Fig. 3.4. Arco de madera triarticulado y de grueso uniforme.

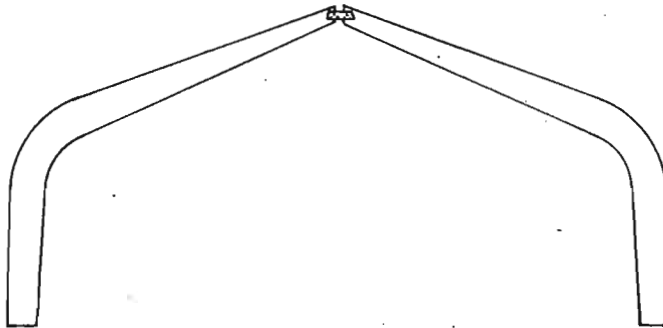


Fig. 3.5. Arco de madera triarticulado y de grueso variable.

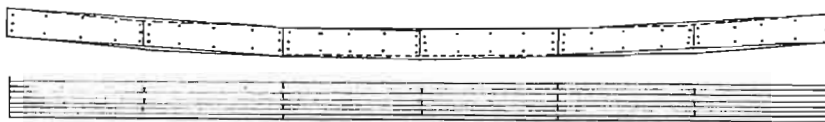


Fig. 3.6. Pieza de madera curva con laminado vertical.